

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA, GEOFÍSICA E ENERGIA



**Promoção do uso eficiente de água e energia em unidades de
produção vitivinícola: estudos de caso da Adega Mayor e
Granacer**

VERSÃO PÚBLICA

Sofia Alexandra de Almeida Baêta

Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e Ambiente

Dissertação orientada por:
Orientador: Prof. Doutor Miguel Centeno Brito (FCUL)
Coorientador: Eng.º João Luís Barroso (CVRA)

2016

Agradecimentos

A concretização desta dissertação representa todo o meu percurso académico e, como tal, gostaria de começar por agradecer a todos aqueles que de alguma forma me acompanharam, incentivaram e fizeram chegar aqui.

Ao meu orientador, Professor Doutor Miguel Centeno Brito, pela sua orientação, apoio e motivação, sem os quais este documento não seria o mesmo. Também ao Professor Doutor Jorge Maia Alves deixo o meu apreço, por se ter sempre disponibilizado para esclarecer qualquer questão que surgisse e complementar o apoio dado pelo Professor Miguel.

Ao Eng.º João Luís Barroso da Comissão Vitivinícola Regional Alentejana que, na qualidade de coorientador e desde o início deste projeto, foi tentando desmistificar o mundo dos vinhos, mostrando-se sempre disponível para me ouvir e esclarecer ao longo do percurso.

Também gostaria de agradecer à Adega Mayor, nas pessoas de Inês Luz e Carlos Contradanças, e à Granacer, nomeadamente, Henrique Granadeiro e Solange Fortunato. O meu obrigado a todos por me terem recebido, e também pela sua simpatia, apoio e disponibilidade.

Aos meus amigos, especialmente aqueles que acompanharam de perto esta jornada, por todo o apoio e compreensão. Um especial agradecimento aos meus colegas da Direção Nacional da Erasmus Student Network Portugal que sempre me incentivaram quando era preciso, sempre me distraíram quando era preciso, e me fizeram aprender e crescer muito ao longo deste ano.

Ao Ângelo pela sua grande amizade e por, por vezes, ter encarnado o papel de irmão mais velho, caminhando sempre ao meu lado desde o meu ingresso na Faculdade de Ciências.

Ao André, pelo seu apoio, carinho e compreensão, e por todas as palavras e incentivo em todo e cada momento que tornaram mais fácil cada etapa do percurso.

Por último, mas indubitavelmente não menos importante, à minha família. À minha irmã e aos meus pais que sempre fizeram de tudo para que nada me faltasse, e que me transmitiram os valores que me tornaram na pessoa que hoje sou. Pelo seu amor e apoio, emocional e financeiro, e pela sua paciência e compreensão, desde sempre, mas com particular importância do início ao fim deste capítulo da minha vida.

Resumo

Nos últimos anos tem-se notado um crescimento dos planos e iniciativas associadas à sustentabilidade do sector vitivinícola, também visível no crescente número de publicações e investigações no tópico. A temática está grandemente associada às alterações climáticas e ao impacto que eventualmente estas terão na produção vinícola uma vez que o sector é altamente dependente dos recursos naturais, como o solo, a luz solar e a água, e estando os seus processos associados a um elevado consumo energético.

Os vinhos do Alentejo provêm da segunda maior região vinícola de Portugal em termos de produção e têm vindo a ganhar posição em mercados em que as preocupações com a sustentabilidade e a existência de programas nesse âmbito são cada vez mais comuns e com o mercado em crescimento, tem havido necessidade de adaptação.

A presente dissertação faz parte de um estudo levado a cabo em 6 unidades do sector vitivinícola, participantes no Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo e tem como objetivo a promoção de um uso mais eficiente de água e energia em duas unidades do sector: a Adega Mayor e a Granacer.

Para a produção de vinho, as adegas recorrem a diversos sistemas energéticos cujos usos finais incluem a climatização, refrigeração, bombagem e ar comprimido, havendo também lugar a tecnologias horizontais, como a iluminação ou produção de água quente.

Para cada um dos estudos de caso foram propostas medidas associadas a um uso mais eficiente de água e energia e que foram acompanhadas do respetivo estudo de viabilidade técnico-económica. A partir de um conjunto de indicadores energéticos e ambientais foi também possível comparar os casos de estudos com outros quatro desenvolvidos igualmente no âmbito do Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo, tendo-se verificado que a uma maior produção está associada uma mais eficiente gestão dos recursos.

As medidas apresentadas para os dois casos de estudo revelaram ser comuns aos restantes quatro casos de estudo podendo porventura ser replicadas noutras unidades vitivinícolas e transversais ao sector.

O estudo permitiu consciencializar os agentes económicos visados para questões energéticas e ambientais que são muitas vezes menosprezadas por serem tomadas como um dado adquirido na despesa anual. No entanto, a um uso mais eficiente dos recursos está por norma associada uma redução do seu consumo ou uma manutenção dos níveis de consumo que resulta num aumento dos níveis de produção, mantendo-se a mesma qualidade esperada e característica de um vinho Português.

Palavras-Chave: adega; eficiência energética; auditoria; vinho; sustentabilidade.

Abstract

Over the last few years, there has been a noticeable increase in the number of plans and initiatives related to the sustainability of the wine sector, also visible in the increasing number of publications and research on the topic.

The Wines of Alentejo come from the second biggest wine region in Portugal when it comes to production, and have been making its way into wine markets where concerns with sustainability and the existence of programmes on the matter are growing, and since its market share is also growing, there is a need to adapt.

The present dissertation is part of a study carried out in 6 winemaking facilities participating in the Wines of Alentejo Sustainability Plan and its aim is to promote an efficient use of water and energy in two wineries: Adega Mayor and Granacer.

For the production of wine, producers have different energy systems whose end-use includes ventilation, refrigeration, pumping and compressed air, as well as others such as lighting and water heating.

To each of the case studies, improvement measures related to an efficient use of water and energy were proposed and accompanied by the respective technical economic analysis. From a set of energy and environmental indicators it was possible to compare these case studies to four others also developed as part of the Wines of Alentejo Sustainability Plan, where it was showed that a bigger wine production is connected to a more efficient use of resources.

The presented improvement measures for the two case studies proved to be common to the other four, revealing its applicability in other winemaking facilities or even in the wine sector.

The study raised the two aforementioned producers' awareness to energy and environmental matters, often disregarded by being considered a usual expense every year. However, a more efficient use of resources usually means either a decrease in consumption, or the same consumption with an increase in the total produced wine, maintaining the same expected and characteristic quality of a Portuguese wine.

Keywords: winery; energy efficiency; audit; wine; sustainability.

Índice

Capítulo 1 – Introdução.....	6
1.1. Enquadramento e motivação ao estudo	6
1.2. Objetivos do estudo	7
1.3. Estrutura e organização da dissertação	8
Capítulo 2 – Contexto	9
2.1. California Sustainable Winegrowing Program	9
2.2. Sustainable Winegrowing New Zealand	10
2.3. Entwine Australia	11
2.4. Integrated Production of Wine South Africa.....	11
2.5. Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo	12
Capítulo 3 – Metodologia	14
3.1. Preparação da intervenção	14
3.2. Intervenção no local	14
3.3. Tratamento de dados.....	15
3.3.1. Indicadores.....	16
3.4. Medidas de melhoria	17
3.4.1. Cálculo do período de retorno simples do investimento.....	18
Capítulo 4 – Caso de estudo: Adega Mayor.....	21
Capítulo 5 – Caso de estudo: Granacer	22
Capítulo 6 – Discussão e comparação.....	23
Capítulo 7 – Conclusões e Desenvolvimentos Futuros.....	24
Capítulo 8 – Referências Bibliográficas	26
Anexo I	29
Anexo II	30

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Evolução do consumo e produção de vinho em Portugal. Adaptado de [3].	6
Figura 1.2 - Produção mundial de vinho. Adaptado de [3].	6

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Pontuação e percentagem para transição entre as categorias gerais do PSVA. Adaptado de [5].	13
Tabela 2.2 - Resultados da autoavaliação dos membros do PSVA para o período 2015/2016. Adaptado de [5].	13

Simbologia e Notações

C_a	Custo adicional de investimento (€)
E_{pv}	Consumo de energia a suprir (kWh)
I_d	Somatório da irradiância média diária (Wh/m ²)
P_{pico}	Potência de pico (W_p)
AE	Agente Económico
AWIS	Australian Wine Industry Stewardship
C	Custo total investimento (€)
CSWA	California Sustainable Winegrowing Alliance
CVRA	Comissão Vitivinícola Regional Alentejana
EDP	Energias de Portugal
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
FCUL	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
FIVS	Federação Internacional do Vinho e Bebidas Espirituosas
FV	Fotovoltaico
GWPEPSP	Global Wine Producers Environmental Sustainability Principles
IPW	Integrated Production of Wine
ISO	International Organization for Standardization
LED	Light Emitting Diode
O&M	Operação e Manutenção
OIV	Organização Internacional da Vinha e do Vinho
PRS	Período de Retorno Simples
PSH	Número de horas solar pico
PSVA	Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo
PVGIS	Photovoltaic Geographic Information System
RESP	Rede Elétrica de Serviço Público
SWNZ	Sustainable Wine New Zealand
SWP	Sustainable Winegrowing Program
UTA	Unidade de Tratamento de Ar
P	Poupança anual (€)
$tg \varphi$	Tangente de fi

Capítulo 1 – Introdução

1.1. Enquadramento e motivação ao estudo

A história da vinha e vinho em Portugal está intimamente ligada à própria história e caracterização do país e seu povo. Constitui inclusivamente um dos traços que define os portugueses enquanto nação, contribuindo para a sua identidade e património cultural, devido aos elevados valores de produção e consumo de vinho que se verificam em cada ano e que se representam na Figura 1.1[1], [2].

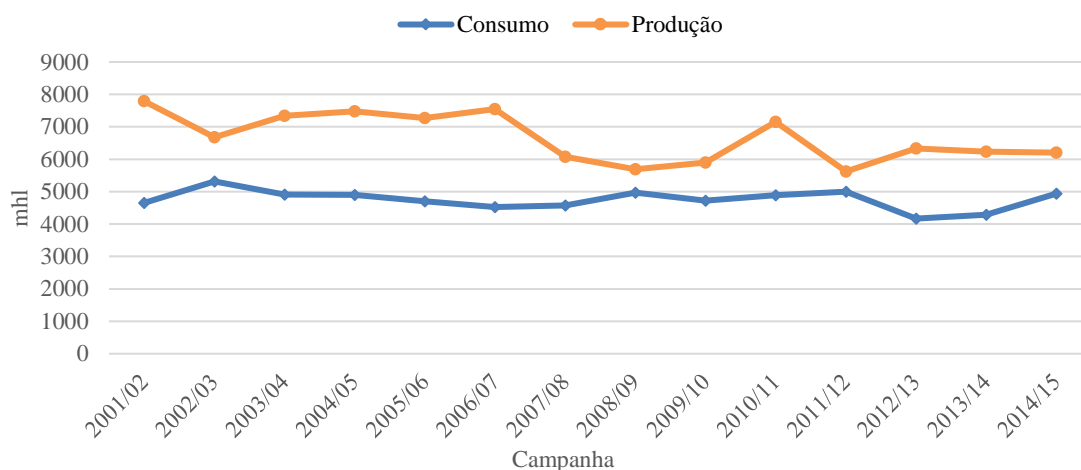


Figura 1.1 - Evolução do consumo e produção de vinho em Portugal. Adaptado de [3].

Para além de património cultural, o vinho tem também elevada importância no panorama económico. A ViniPortugal refere um total de 725 milhões de euros/ano resultantes da exportação de vinho, que constituem 1,5% do total de exportações nacionais [3].

De facto, 45% do vinho produzido é exportado, apesar de Portugal ser autossuficiente na sua produção vinícola uma vez que a sua produção ultrapassa o consumo interno. Segundo o Instituto da Vinha e do Vinho, na campanha vitivinícola de 2014/2015 Portugal foi o 5º maior produtor na União Europeia, e o 11º do total mundial, atrás de países como a Itália, Espanha e França [4]. Os resultados mundiais da produção nesta campanha encontram-se na Figura 1.2.

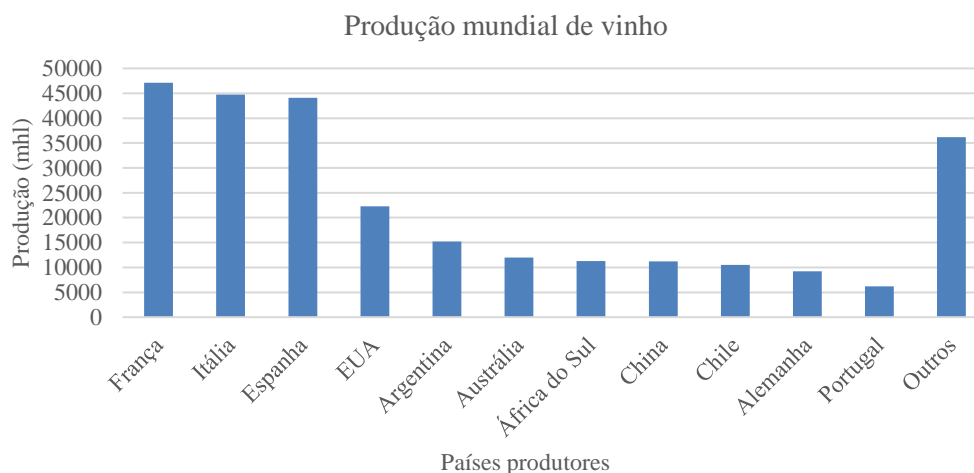


Figura 1.2 - Produção mundial de vinho. Adaptado de [3].

A Região Vitivinícola do Alentejo é a segunda maior produtora de vinho em terras nacionais, com uma produção de 1,2 milhões de hectolitros em 2014/2015 e que representam cerca de 20% dos 6 206 milhões com que Portugal contribuiu para o total mundial [4]. Os vinhos do Alentejo têm também vindo a ganhar posição em mercados em que as preocupações com a sustentabilidade e a existência de programas nesse âmbito são cada vez mais comuns e com o mercado em crescimento, tem havido necessidade de adaptação [5].

Os consumidores aparentam ter cada vez mais preocupações ambientais que se prendem em parte com a sua preocupação em manter para as gerações vindouras este património cultural e económico que é o vinho, tornando-se necessário um investimento na investigação do impacto ambiental que lhe está associado [6], [7].

Nos últimos anos tem-se notado um crescimento dos planos e iniciativas associadas à sustentabilidade do sector vitivinícola, também visível no crescente número de publicações e investigações no tópico [8]. A temática está grandemente associada às alterações climáticas e ao impacto que eventualmente estas terão na produção vinícola uma vez que o sector é altamente dependente dos recursos naturais, como o solo, a luz solar e a água, e estando os seus processos associados a um elevado consumo energético [9], [10].

Na União Europeia o consumo de energia associado à produção de vinho é de 1750 GWh e em Portugal estima-se que seja de 75 GWh. Apesar de haver produção de diferentes tipos de vinhos nas diversas unidades vitivinícolas em Portugal e consequentemente diferentes consumos energéticos associados, 80-90% da energia consumida nas adegas Portuguesas é proveniente de energia elétrica e os restantes podem ser também de energia elétrica ou de outras fontes como gás e combustíveis fósseis [11]. Independentemente do tipo e fonte de energia, a verdade é que a indústria transformadora em Portugal, e o sector vitivinícola em particular, podem ainda melhorar bastante no que respeita ao uso eficiente de água e energia. Salienta-se também a importância do conceito de uso eficiente. Muitas vezes este está associado a uma redução de consumo e consequentemente do custo associado ao uso dos recursos, deixando fundos para investimento em soluções que permitam um aumento da eficiência energética nas instalações. Mas noutras, pode simplesmente traduzir-se num aumento de produção da unidade, mantendo-se os valores de consumos atuais.

1.2. Objetivos do estudo

Numa unidade vitivinícola, a energia tem diversos fins consoante os processos levados a cabo para a produção de vinho e que variam de acordo com as preferências do produtor. O consumo energético do sector vitivinícola é sazonal e varia grandemente em cada mês consoante o(s) processo(s) em curso na instalação.

A produção de vinho começa com a vindima, onde a uva é colhida e depois transportada para a adega, onde se dá a sua receção. Dado que a vindima toma lugar nos meses de verão por todo o país, há necessidade de um manuseamento cuidado e, por vezes, também de se proceder à sua refrigeração para evitar uma possível fermentação precoce. Na receção de uva, esta passa por um controlo de qualidade rigoroso, onde são escolhidas as uvas cujas características estão de acordo com as condições necessárias para a qualidade de vinho pretendida e separados os bagos de uva dos respetivos cachos. A uva será posteriormente esmagada para rompimento da pele e libertação do sumo. Depois, consoante se trate de uva branca ou tinta, o destino da uva é diferente [6], [12].

No caso da uva branca, esta sofre um processo de prensagem e decantação separando-se a parte sólida da parte líquida, sendo de seguida trasfegada, por norma através de bombas, para depósitos onde o

açúcar passa a álcool por ação de leveduras através de um processo designado por fermentação alcoólica [6].

A fermentação alcoólica é um processo exotérmico, com libertação de calor, e que necessita de leveduras naturalmente presentes nas uvas. Como estas morrem a temperaturas superiores a 25°C, é necessário haver um controlo de temperatura com recurso a um sistema de refrigeração e cuja temperatura varia também consoante seja vinho tinto ou branco, estando temperaturas menores associadas ao vinho branco [12]. Por fim o vinho branco será trasfegado para um depósito limpo onde será clarificado e estabilizará.

A uva tinta, por outro lado, é diretamente encaminhada para os depósitos de fermentação após ser esmagada, sem haver separação da parte sólida uma vez que a pele da uva tinta lhe confere a cor e textura características deste vinho. Aqui são feitas remontagens frequentes, que consistem na passagem, com recurso a bombagem, do líquido na parte inferior do depósito, para a parte de cima do mesmo para que este se misture com as partes sólidas que muitas vezes se acumulam no topo [6]. O vinho será prensado e estabilizado, repousando noutros depósitos, por norma barricas de madeira, durante um período determinado pelo produtor, e em condições favoráveis ao seu envelhecimento.

Por último, e comum a tintos e brancos, o vinho será engarrafado ou embalado, armazenado e posteriormente expedido.

A cada uma destas fases da produção do vinho, transversais ao sector, estão associados sistemas e equipamentos cujos consumos energéticos e de água apresentam potencial de melhoria. Poderia, inclusivamente, argumentar-se que o sector deveria estar na linha da frente no que respeita a promoção da eficiência energética e de fontes e energias renováveis, dada a elevada demanda e consequentes emissões de gases que advêm da sua atividade [10].

A presente dissertação faz parte de um estudo levado a cabo em 6 unidades do sector vitivinícola, participantes no Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo, e resultante da colaboração entre a Comissão Vitivinícola Regional Alentejana e a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Tem como objetivo a promoção de um uso mais eficiente de água e energia em duas unidades do sector, a Adega Mayor e a Granacer, pretendendo apresentar uma metodologia de desagregação dos consumos destes recursos nas unidades e a partir dos quais fosse possível elaborar um conjunto de recomendações que permitisse concretizar o objetivo proposto.

1.3. Estrutura e organização da dissertação

No primeiro dos sete capítulos desta dissertação é apresentada a motivação ao estudo, acompanhada de um enquadramento teórico à temática em causa. No Capítulo 2 apresenta-se o contexto no qual foi realizado, apresentando-se uma breve descrição de alguns planos de sustentabilidade existentes pelo mundo.

A metodologia utilizada para o estudo é caracterizada no Capítulo 3 e os dois casos de estudo são apresentados no Capítulo 4 e Capítulo 5.

Por fim, no Capítulo 6 procede-se à comparação das duas unidades vitivinícolas aqui analisadas, bem como à sua comparação com outros estudos efetuados também no âmbito do Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo.

O Capítulo 7 apresenta as conclusões relevantes que advieram da realização deste estudo acompanhadas de indicações para desenvolvimentos futuros.

Capítulo 2 – Contexto

O termo sustentabilidade no contexto da vitivinicultura está na verdade muitas vezes associado à produção orgânica ou biodinâmica, sendo portanto importante a definição do conceito [8]. Segundo o Relatório de Brundtland das Nações Unidas, o desenvolvimento sustentável assenta no princípio da satisfação das necessidades da geração presente sem compromisso das gerações vindouras de suprir as suas próprias necessidades, com um equilíbrio entre um desenvolvimento ecologicamente sustentável, socialmente equitativo e economicamente eficaz. Ora tratando-se este de um sector que na maioria das vezes passa de geração em geração, é importante que haja um investimento na conservação e gestão dos recursos e adequar esta definição ao sector em questão.

A Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV) define vitivinicultura sustentável como a "estratégia global na escala de sistemas de produção e processamento de uvas, que combina tanto a sustentabilidade económica das estruturas e dos territórios como a obtenção de produtos de qualidade, tendo em conta as exigências da viticultura de precisão, os riscos relacionados com o ambiente, com a segurança do produto e a saúde dos consumidores e ainda a valorização dos aspetos patrimoniais, históricos, culturais, ecológicos e paisagísticos". Esta definição, resultante da Resolução do Comité Scientifique et Technique 1/2004 viria então a integrar um "guia para a produção de uvas, vinhos e bebidas espirituosas de acordo com os princípios do desenvolvimento sustentável, aplicados à vitivinicultura" [13]. Neste sentido, a OIV e a Federação Internacional dos Vinhos e Bebidas Espirituosas (FIVS) trabalharam em conjunto para a introdução de dois outros documentos. O primeiro, "Global Wine Producers Environmental Sustainability Principles" (GWPESP), produzido pela FIVS, apela à implementação de planos de sustentabilidade ambiental que sejam financeiramente viáveis e que permitam satisfazer os requisitos de sustentabilidade ambiental e social. A partir dos princípios enumerados pela FIVS, a OIV apresenta então um segundo documento que salienta que a implementação de tais programas deve começar na vinha e evoluindo para o restante processo produtivo, envolvendo (i) escolha do local; (ii) biodiversidade; (iii) escolha das variedades; (iv) resíduos sólidos; (v) gestão do solo; (vi) utilização de energia; (vii) gestão da utilização de água; (viii) qualidade do ar; (ix) efluentes; (x) utilização das áreas circundantes; (xi) gestão de recursos humanos; (xii) utilização de agroquímicos [8], [14]–[16].

Atualmente, são vários os planos de sustentabilidade em vigor, podendo tratar-se de iniciativas à escala nacional ou regional e com diferentes enfoques adequados às características do país ou região. Os planos que aqui se apresentam constituem iniciativas nacionais de países do Novo Mundo, uma vez que estes foram pioneiros na introdução da sustentabilidade no mundo dos vinhos. Apresentam-se os planos da Califórnia, Nova Zelândia, Austrália e África do Sul, países bem cotados na listagem dos maiores exportadores em volume e onde os planos se encontram já estabelecidos e que têm por base os princípios constantes do GWPESP, sendo portanto promovidos como exemplo por parte da FIVS na sua página de mapeamento das iniciativas de sustentabilidade existentes [4], [16]–[18].

2.1. California Sustainable Winegrowing Program

Em 1992, a Lodi Winegrape Comission começou a desenvolver o programa "Integrated Pest Management" que se considera ser a base do atual programa de sustentabilidade da Califórnia, apesar de o mesmo só ter sido oficialmente lançado em 2005. O programa foi desenvolvido assentando nos princípios de desenvolvimento sustentável e foi pioneiro na introdução de sistemas de gestão ambiental no contexto da vinha e posteriormente adaptado para outras regiões e associações regionais na Califórnia. Em 2001, deu-se a criação da California Sustainable Winegrowing Alliance (CSWA),

uma junção do Instituto do Vinho, representante dos vinicultores, e da California Association of Winegrape Growers, representante dos viticultores e do Sustainable Winegrowing Program (SWP). No ano seguinte foi publicada a primeira edição do “Code of Sustainable Winegrowing Practices” com o intuito de promover os benefícios da implementação de práticas sustentáveis no processo de produção de vinho e apoiar na implementação do programa [19], [20].

O Sustainable Winegrowing Program visa a sustentabilidade a longo prazo da comunidade vitivinícola da Califórnia e toda a sua base assenta no manual acima referido. Constituído por 15 capítulos e 191 critérios, o manual pretende ajudar os produtores a entender as diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável e a sua aplicabilidade no sector do vinho, seguindo-se exemplos e fichas de autoavaliação para um maior envolvimento e consciencialização do produtor [21], [22].

A participação no SWP é gratuita, voluntária e a sua missão passa por estabelecer elevados padrões no que concerne a práticas sustentáveis, sendo estas aplicadas e mantidas por toda a comunidade vitivinícola, bem como aumentar o contacto e a aprendizagem entre viticultores e entre vinicultores, promovendo a partilha de boas práticas, e mostrando que trabalhar de perto com a restante comunidade vinícola e outras partes interessadas, mantendo um diálogo aberto, poderá levar a um mais rápido alcance de resultados [21].

Em 2010 a CSWA lançou ainda o seu programa de certificação, desenvolvido por uma entidade externa, e que pretendia ser um avanço para toda a indústria e, portanto, um catalisador para uma melhoria contínua, até porque o SWP é baseado no conceito do ciclo PDCA¹ ou da melhoria contínua, acolhendo e apoiando a entrada de novos membros independentemente do estado de implementação, ou não, de práticas de sustentabilidade. Anualmente, os produtores devem submeter os resultados da sua autoavaliação, sendo posteriormente auditados pela referida entidade externa e só depois certificados com o Certified California Sustainable Winegrowing [23], [24].

Mais do que qualquer outro programa que aqui se apresenta, o SWP apresenta uma dimensão social e assenta nos princípios da educação e partilha, apresentando-se inclusivamente como um “programa educativo”, levando a crer que possa ser essa a razão para a sua aceitação e reputação no âmbito dos planos de sustentabilidade no sector vitivinícola.

2.2. Sustainable Winegrowing New Zealand

A Nova Zelândia é também pioneira na implementação de programas de sustentabilidade, com uma iniciativa começada em 1995 pelos New Zealand Winegrowers e que oficialmente desde 1997 faz parte do meio vitivinícola neozelandês. Para além das práticas sustentáveis, o Sustainable Winegrowing New Zealand (SWNZ) aceita também a implementação de medidas de gestão ambiental e práticas de produção orgânica e biodinâmica [23], [25], [26].

Enquanto o plano da Califórnia se foca tanto na componente ambiental como social, com especial atenção à educação dos produtores, o SWNZ é bastante focado na componente ambiental. Aos produtores é pedida uma autoavaliação anual e uma certificação externa na área do ambiente, como a ISO 14001, a cada três anos. Com efeito, a Nova Zelândia criou ainda uma política de sustentabilidade que pretendia que todo o vinho produzido no país fosse auditado e certificado na área do ambiente por uma entidade independente até 2012 [25], [26].

¹ Do inglês: Plan, Do, Check and Act

Apesar de o programa ser voluntário, desde 2010 que a Nova Zelândia impõe que o produtor seja membro do SWNZ para que possa participar nas iniciativas nacionais e internacionais de marketing, de promoção no âmbito da vitivinicultura e atribuição de prémios [17], [27].

2.3. Entwine Australia

À semelhança da Nova Zelândia, também a Austrália tem o seu próprio programa de sustentabilidade, com especial foco na componente ambiental. O Entwine Australia foi inicialmente desenvolvido pela Winemakers' Federation of Australia, com o apoio do governo. O programa, que na verdade começou por ser um projeto de quatro anos designado por Australian Wine Industry Stewardship (AWIS) tinha por base o relato anual das boas práticas ambientais na vinha. Mais tarde, o AWIS passou na verdade a designar-se Australian Wine Environmental Stewardship, até se tornar um programa voluntário e que funciona à base de membros, em 2009, e adotar o atual nome, Entwine Australia [17], [25], [28].

Com esta renomeação, ao conceito base acrescentaram-se novas ideias e componentes, tornando o programa muito mais abrangente. Por um lado, as métricas, que devem ser reportadas ao Australian Wine Research Institute, e por outro a certificação, podendo esta ser em quatro diferentes tópicos, dos quais se destaca o Sustainable Australia Winegrowing, para a certificação das práticas sustentáveis [28].

Atualmente o Entwine Austrália pede aos seus membros uma certificação independente com auditoria trianual, a indicação anual da sua pegada de carbono (referente apenas à adega) e ainda uma autoavaliação anual que pode ser levada a cabo *online* e que compreende apenas 7 capítulos/áreas a avaliar [25].

2.4. Integrated Production of Wine South Africa

O Integrated Production of Wine (IPW) é um esquema de sustentabilidade ambiental voluntário e já em prática desde 1998 e que integra o Sustainable Wines of South Africa: um conjunto de organizações composto pela Wine and Spirit Board, a Biodiversity & Wine Initiative, a Wines of South Africa. Cada uma destas atua em diferentes áreas, estando o conjunto responsável por levar a bom porto o compromisso da indústria sul-africana no que concerne à sustentabilidade da sua produção vitivinícola [29], [30].

O programa sul-africano, à semelhança dos restantes, é também voluntário e, em conjunto com o da Califórnia, constituem os únicos programas a ter um conjunto de critérios elaborados pelas entidades responsáveis especificamente para o programa, com base nos constantes dos documentos da OIV e da FIVS, anteriormente apresentados [17], [31].

O IPW apresenta um manual com linhas orientadoras e onde são partilhados bons exemplos de práticas relacionadas com a produção de uva e outro onde são partilhadas boas práticas respeitantes à produção e engarrafamento de vinho, tendo mais recentemente incluído a pegada de carbono nos seus critérios. Para verificar o cumprimento destes procedimentos e eventualmente serem certificados, os produtores devem completar a sua autoavaliação anualmente, e a cada três anos deverão frequentar uma formação obrigatória, sendo também aleatoriamente auditados por uma entidade independente durante um ciclo trianual [25], [30].

Entre alguns outros aspetos mais, ou menos, semelhantes aos outros programas, o sul-africano distingue-se pela obrigatoriedade da certificação para exportação. Como o mercado do vinho era altamente regulado antes de 1994, os produtores sempre foram cumpridores das regulamentações relativas à indústria, havendo portanto uma maior facilidade na implementação de tais programas até muito antes de qualquer outro país, tendo-se verificado uma elevada adesão à certificação [17].

2.5. Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo

A Comissão Vitivinícola Regional Alentejana (CVRA) começou a trabalhar no sentido de implementar uma iniciativa que permitisse incentivar e reconhecer os esforços dos seus agentes económicos (AE) no âmbito da sustentabilidade permitindo-lhes, eventualmente, uma maior facilidade de entrada em mercados com preocupações ambientais. Assim, em meados de 2013, a CVRA anunciou o Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo (PSVA), uma iniciativa gratuita, voluntária e pioneira em Portugal [32].

Apesar da proximidade e eventual semelhança climática com outros países mediterrâneos, a CVRA pretendia replicar um modelo de sucesso e os planos de países como França e Itália têm por base a comunicação, sem qualquer certificação ou requisito de auditoria e não se encontram tão bem estabelecidos como os de alguns países do Novo Mundo apresentados [17].

A referência aos países do Novo Mundo não surge por acaso. Desde a altura dos descobrimentos que o vinho de Portugal e Espanha acompanhava os navegadores para novos continentes. No entanto, a cultura do vinho revelou ser apenas possível em determinadas zonas com clima apropriado ao crescimento da uva e aquelas referidas anteriormente são exemplo disso. Com efeito, o mapa-mundo mostra que as zonas produtoras de vinho se encontram compreendidas na faixa de latitudes entre os 30° e os 50° ainda que, daquelas aqui apresentadas, apenas a Califórnia se encontre no hemisfério Norte, tal como Portugal [10].

O plano da Califórnia era assim aquele que melhor correspondia ao que a CVRA procurava, apresentando semelhanças em termos climáticos e de processos usados, e que se refletiam nas medidas de melhoria a implementar, sendo também o mais antigo e estabelecido.

Ainda assim, todos estes planos estiveram na base do PSVA. Segundo o Gestor de Sustentabilidade da CVRA, João Luís Barroso, apesar de “o plano da Califórnia ser aquele que passou por mais revisões, tendo identificado tanto barreiras à implementação como oportunidades de melhoria, os outros planos foram tidos em conta em termos de conteúdos e estrutura. O PSVA é de certa forma um híbrido do que de melhor se está a fazer ao nível mundial”.

Atualmente, o PSVA conta com 123 membros inscritos dos 263 produtores e 97 comerciantes² pertencentes à região. Atendendo às diferentes tipologias de AE existentes, a autoavaliação que têm de submeter está dividida em três setores distintos: viticultura, adega e viticultura e adega. Após esta autoavaliação, é-lhe conferida uma Categoria descritiva do estado das suas práticas no âmbito da sustentabilidade, podendo ser Pré-Inicial, Inicial, Intermédio ou Desenvolvido [5], [33], consoante a pontuação ou percentagem obtida no respetivo critério, conforme a Tabela 2.1.

² Agentes Económicos que compram Vinho a produtores e engarrafam com o seu próprio rótulo.

Tabela 2.1 - Pontuação e percentagem para transição entre as categorias gerais do PSVA. Adaptado de [5].

Categoria	Pontuação de transição	Percentagem de transição
Pré-inicial	$\leq 1,8$	$\leq 45\%$
Inicial	$\leq 2,4$	$\leq 60\%$
Intermédio	$\leq 3,4$	$\leq 85\%$
Desenvolvido	$\geq 3,6$	$\geq 86\%$

Para que um AE seja reconhecido na sustentabilidade do seu processo produtivo, é necessário proceder a esta autoavaliação anualmente, com base no ciclo de melhoria contínua, também aplicado na Califórnia. O AE é primeiramente avaliado em 11 capítulos, designados Capítulos de Intervenção Primária, dos quais fazem parte 108 critérios. Dependendo da categoria que lhe seja atribuída, o AE deve tentar implementar o maior número de medidas de melhoria possível respeitantes aos diferentes capítulos, podendo assim passar a uma categoria superior. Quando o AE atingir a categoria Desenvolvido em todos estes capítulos, são-lhe disponibilizados os 7 Capítulos de Intervenção Secundária devendo, mais uma vez, tentar passar a uma categoria superior através da implementação de medidas de melhoria, até atingir a categoria Desenvolvido nestes capítulos. Aí será alvo de avaliação e validação de terceira parte, conduzindo então ao reconhecimento pretendido [5].

A Tabela 2.2 pretende apresentar todos os Capítulos de Intervenção Primária bem como a respetiva pontuação média resultante da autoavaliação de 2015/2016 dos membros do PSVA, e a categoria correspondente a esta pontuação.

Tabela 2.2 - Resultados da autoavaliação dos membros do PSVA para o período 2015/2016. Adaptado de [5].

Capítulo de Intervenção Primária	Pontuação média	Categoria
-	-	Pré-inicial
Eficiência energética na vinha	1,87	Inicial
Gestão de recursos humanos	1,97	
Conservação e qualidade de água na adega	2,15	
Gestão de resíduos na adega	2,15	
Eficiência energética na adega	2,27	
Gestão de água na vinha	2,33	Intermédio
Gestão de solos	2,51	
Gestão de doenças e pragas na vinha	2,66	
Produção vitícola	2,75	
Gestão de resíduos na vinha	3,11	
Gestão de doenças e pragas na adega	3,39	Desenvolvido
-	-	

A partir dos resultados obtidos é possível verificar a necessidade do presente estudo e, em geral, da promoção do uso eficiente de água e energia nestas unidades. Conclui-se que a média dos AE revela estar num estado inicial no que concerne a eficiência energética na vinha na adega, tal como na gestão e conservação de água também na vinha e adega, havendo uma clara oportunidade de melhoria em cada uma destas temáticas.

Capítulo 3 – Metodologia

A metodologia aplicada no presente estudo pretende avaliar e caracterizar o desempenho das instalações no que respeita o consumo de água e energia, através do levantamento e análise das condições de utilização destes recursos nas mesmas, identificando-se quando e onde se dá esse mesmo consumo. Posteriormente são formuladas recomendações com base em soluções técnica e economicamente viáveis visando a promoção de um uso eficiente de água e energia.

Deste modo, foram necessárias três fases: a preparação da intervenção, a intervenção no local e o tratamento de dados, com a consequente proposta de medidas de melhoria, a partir das quais se elaborou um relatório de sustentabilidade energética [34], [35].

3.1. Preparação da intervenção

Nesta fase foram recolhidos dados e documentos relativos ao registo histórico das instalações em questão, tendo por base o ano de 2014. Dos documentos recolhidos constam as faturas de consumo de energia elétrica, dados relativos ao consumo de água do ano em questão, a listagem dos equipamentos em uso nas instalações e os valores de produção resultantes da atividade do AE, não tendo sido possível obter dados relativos ao consumo de gás ou gasóleo em nenhum dos casos estudados.

Foi também feito um estudo do processo produtivo associado ao sector vitivinícola por forma a estabelecer um fluxograma das diferentes etapas e processos, bem como o consumo de energia e água que lhes está associado, tendo-se verificado a existência de um perfil típico de consumo por parte do sector. Houve também uma análise de boas práticas implementadas em alguns dos países referidos no Capítulo 2, com especial destaque para aquelas implementadas na Califórnia, pelas razões também já enumeradas no referido capítulo, e de outros AE visitados na região Alentejana durante o período de preparação deste estudo.

3.2. Intervenção no local

A intervenção no local permitiu, em primeira instância, a obtenção de mais informação relativamente processos de produção levados a cabo por cada AE e que influenciam o desempenho energético da instalação. Em segunda, a recolha de dados relativos ao espaço, às características técnicas dos equipamentos e ainda à utilização típica dos mesmos através de testemunhos de colaboradores, que fizeram ainda a descrição dos típicos procedimentos de lavagem e utilização de água para que se pudesse também estimar o consumo global associado a este recurso.

Ainda no local procedeu-se a uma breve análise dos equipamentos que necessitariam de monitorização atendendo às suas características ou à utilização descrita pelos colaboradores, de que são exemplo equipamentos ou sistemas cujo funcionamento e respetivo consumo não podem ser obtidos unicamente a partir da chapa característica nem das informações dos colaboradores visto variarem com a carga a que estão sujeitos. Destes equipamentos, destacam-se o sistema de refrigeração, de climatização, de ar comprimido e o de bombagem de água dos furos, e ainda a estação de tratamento de água (ETA) e a estação de tratamento de águas residuais (ETAR).

Para estas medições recorreu-se a um analisador de redes elétricas, tendo-se tentado registar pelo menos uma hora de utilização de cada um dos equipamentos analisados para uma melhor caracterização do seu ciclo de funcionamento e desagregação deste consumo do global das instalações. A partir desse valor de consumo, calculou-se o respetivo consumo mensal e anual com base nas

informações relativas ao seu funcionamento dadas pelos colaboradores. No entanto, aquando da intervenção no local, fora da época da vindima, verificou-se não ser possível a monitorização de todos os sistemas visto que muitos não estavam em funcionamento devido à sazonalidade do consumo no sector.

3.3. Tratamento de dados

Após intervenção no local, foi feita uma análise dos dados recolhidos na fase de intervenção e daqueles recolhidos durante a preparação da mesma, com o intuito de produzir um conjunto de resultados e indicadores que fossem passíveis de comparação com outros exemplos no sector também identificados na primeira fase da auditoria. Os dados resultantes das medições e dos testemunhos de colaboradores permitiram a quantificação da utilização mensal de água e energia sendo posteriormente comparados com o histórico mensal de consumos.

Houve, no entanto, consumos e características de equipamentos que se mostraram difíceis de obter, como os sistemas de climatização e refrigeração. Como tal, houve necessidade de assumir um consumo típico destes equipamentos. Segundo colaboradores, no período anual de funcionamento destes sistemas, estes encontram-se também em funcionamento em período noturno e são por norma os únicos. Deste modo, assumiu-se que o consumo no período horário de super vazio, correspondente a quatro horas por dia, seria inteiramente devido aos sistemas de climatização e/ou refrigeração. A partir deste valor, e com base nas informações de utilização recolhidas nas instalações, extrapolou-se o consumo destes sistemas para os restantes meses do ano em que se encontram em funcionamento.

$$\text{Consumo energético (kWh)} = \frac{\text{Energia}_{\text{super vazio}} \text{ (kWh)}}{4 \text{ h}_{\text{super vazio}}} \times \text{Tempo}_{\text{utilização}} \text{ (h)} \quad (3.1)$$

Para os equipamentos cujas características técnicas foram apuradas, o cálculo do consumo mensal foi calculado de acordo com a expressão:

$$\text{Consumo energético (kWh)} = \text{Potência (kW)} \times \text{Tempo}_{\text{utilização}} \text{ (h)} \quad (3.2)$$

Para aqueles em que houve necessidade de monitorização do consumo, o seu valor mensal resulta da multiplicação do consumo medido numa hora, pelo número de horas de utilização mensal:

$$\text{Consumo energético (kWh)} = \text{Energia de 1h de consumo (kWh)} \times \text{Tempo}_{\text{utilização}} \text{ (h)} \quad (3.3)$$

A comparação dos dados obtidos com o histórico mensal de consumos permite a validação do levantamento feito durante a intervenção. Como tal, e uma vez que muitos dos valores de consumo se baseiam em testemunhos e estimativas, aplicou-se um fator de correção de forma a evitar a sua sobre e subestimativa.

Para cada mês foi calculado o desvio entre o valor estimado e o valor faturado. De seguida calculou-se o valor médio, que seria então o fator de correção, de acordo com a expressão (3.4).

$$\text{Fator de correção} = \frac{1}{12} \sum_{n=1}^{12} \frac{\text{valor medido}_n}{\text{valor faturado}_n} \quad (3.4)$$

A soma do total do consumo estimado e corrigido foi finalmente comparada com o total faturado pelo comercializador de energia, tendo a sua comparação permitido averiguar o desvio entre ambos e proceder à validação das estimativas. Os valores foram posteriormente compilados no relatório de

sustentabilidade energética e onde constam indicadores do consumo das instalações e propostas de melhoria que se acredita produzirem acréscimo no desempenho energético da instalação.

3.3.1. Indicadores

Um dos resultados mais importantes constantes do relatório são os indicadores. Estes, podendo ser energéticos, ambientais ou financeiros, permitem caracterizar a situação atual da unidade produtora e também acompanhar o seu desempenho ao longo do tempo, visto que o seu cálculo é tão válido no presente como no futuro. Deste modo, um indicador serve para avaliar a evolução da instalação entre dois ou mais períodos temporais, servindo também para comparação com outros valores obtidos para o sector, com padrões nacionais ou até internacionais, contribuindo para a construção do chamado *benchmarking* [35].

Na presente dissertação foram calculados quatro indicadores relacionados com a sustentabilidade do uso dos recursos e que caracterizam o consumo de energia elétrica e de água, bem como o custo da energia elétrica e as emissões de gases com efeito de estufa resultantes deste consumo. Cada um destes é apresentado sob a forma de um valor específico, i.e., por unidade de vinho produzida, sendo o litro a unidade considerada. O método utilizado para o cálculo de cada um destes indicadores é de seguida apresentado.

Consumo específico de energia elétrica

$$\frac{\text{Consumo anual de energia elétrica ativa [kWh]}}{\text{Produção anual da unidade [l]}} \quad (3.5)$$

Definido pelo quociente entre o consumo total de energia e o volume de produção, o consumo específico permite a comparação dos consumos da mesma instalação para diferentes períodos temporais, ou a sua comparação com outras instalações. Para um dado valor de produção, o consumo específico será tanto menor quanto menor for o consumo de energia. No entanto, a sua utilização para comparação de instalações cuja produção difere deve ser feita com cautela uma vez que a diferentes níveis de produção poderão estar associados diferentes processos produtivos e diferentes tipos de equipamentos e respetiva eficiência [35], [36].

Consumo específico de água

$$\frac{\text{Consumo anual de água na adega [l]}}{\text{Produção anual da unidade [l]}} \quad (3.6)$$

À semelhança do que sucede para o consumo específico de energia elétrica, o consumo de água por unidade de produção é também um indicador bastante comum e importante, devendo ser utilizado com a mesma cautela devido à existência de diferentes processos de higienização consoante o tamanho da unidade vitivinícola.

Custo específico de energia elétrica

$$\frac{\text{Custo anual da energia elétrica [€]}}{\text{Produção anual da unidade [l]}} \quad (3.7)$$

Apesar de ser um indicador relevante para o AE no que concerne o valor do seu produto, o custo específico de energia é dependente da tarifa contratada pela instalação podendo, portanto, apresentar grandes variações de ano para ano, caso esta seja sujeita a revisão tarifária. É, ainda assim, de grande importância exatamente por contemplar essas alterações que se consideram também ser resultantes do esforço da redução de consumos de energia e do custo que lhes está associado. Deverá igualmente ser usado com prudência aquando da sua comparação com outras unidades do sector uma vez que AE com valores de consumo muito superiores poderão também beneficiar de tarifas mais atrativas.

Emissões específicas de gases com efeito de estufa

$$\frac{\text{Quantidade de gases emitida } [g_{CO_2eq}]}{\text{Produção anual da unidade } [l]} \quad (3.8)$$

O indicador referente às emissões específicas de gases com efeito de estufa permite ao AE aferir o impacto ambiental resultante do seu consumo energético. Deste modo, e uma vez que o seu cálculo é feito com base no histórico de consumos disponibilizado nas faturas, é um indicador unicamente dependente do valor do consumo total de energia elétrica das instalações, não contemplando quaisquer outras emissões além daquelas associadas à energia elétrica.

3.4. Medidas de melhoria

Existem inúmeras maneiras de uma instalação reduzir a sua fatura energética bem como o seu consumo de água e as emissões de gases com efeitos de estufa resultantes da sua operação, reduzindo também o seu impacto ambiental. Deste modo, tornou-se necessário proceder à sua caracterização detalhada e a uma apresentação da respetiva análise de viabilidade de implementação, com o investimento necessário e o tempo de retorno daí resultante.

As mais imediatas e que implicam um menor investimento são as medidas comportamentais e que se prendem com o comportamento e hábitos dos colaboradores. Estas designam-se por medidas sem investimento inicial, ou com investimento reduzido, uma vez que a uma utilização racional e mais eficiente da energia está associada uma redução do desperdício resultante do consumo dos recursos. Por outro lado, existem medidas que apresentam algum investimento inicial. Estas compreendem, por exemplo, o investimento em equipamentos com elevada eficiência ou o investimento no aumento da eficiência dos existentes. Também o investimento no aproveitamento de recursos energéticos renováveis, como a produção de energia elétrica ou térmica, que contribui para um aumento generalizado da eficiência energética da rede, para uma diminuição da dependência energética e um melhor posicionamento do edifício no que concerne à sua classificação energética, pode ser incluído nesta categoria.

Aos AE foram apresentadas diferentes medidas de ambos os tipos descritos e cujo intuito era promover um uso eficiente de água e energia na adega, não tendo sido considerados consumos noutras fases do processo produtivo, como a vinha ou transporte. Não foram igualmente propostas medidas que visassem alterações ao processo produtivo *per se* uma vez que saem fora do âmbito deste estudo devido à sua complexidade e à diminuta probabilidade da sua implementação por parte dos agentes visados.

3.4.1. Cálculo do período de retorno simples do investimento

3.4.1.1. Instalação de novas tecnologias

Para avaliar a viabilidade técnico-económica de cada medida, foi necessário quantificar as economias de energia que daí advêm, tendo-se calculado o período de retorno simples do investimento (PRS) – vulgo *payback* – dado pelo tempo que decorre desde determinado investimento, até que o montante correspondente à poupança iguale o valor do investimento.

De acordo com o Despacho n.º 15793-L/2013 o PRS é dado pela seguinte expressão:

$$PRS = \frac{C}{P} \quad (3.9)$$

onde C corresponde à totalidade dos custos de investimento, em €, e P à poupança anual resultante da aplicação da medida em estudo, determinada com base em simulações anuais, detalhadas do funcionamento do edifício e seus sistemas técnicos ou por cálculo anual simples, dada em €/ano [37].

3.4.1.2. Otimização de tecnologias existentes

Para o cálculo do PRS referente à substituição de equipamentos existentes, foi feita uma comparação de tecnologias, tendo-se considerado uma opção de raiz, i.e., que seria feita a instalação de um ou outro equipamento aquando da construção, ou que seria uma substituição em fim de vida do equipamento existente. De facto, o cálculo do retorno para uma substituição imediata da tecnologia existente não foi efetuado visto que o resultado depende fortemente do tempo de vida útil ainda expectável para o equipamento que se pretende substituir e não é possível obter tal informação.

Desta forma, nas medidas que implicavam investimento numa nova solução ou equipamento, o PRS foi calculado de acordo com a expressão anterior. Nas medidas em que se considera a substituição de um equipamento existente por um novo, o PRS foi calculado de acordo com o método de cálculo exposto no Anexo XIII do Decreto-Lei 79/2006 uma vez que, ainda que revogado pelo Decreto-Lei 118/2013, se adequa mais aos casos e medidas em estudo [38], dado por:

$$PRS = \frac{C_a}{P} \quad (3.10)$$

onde C_a corresponde ao custo adicional de investimento, calculado pela diferença entre o custo inicial da solução base e o da solução mais eficiente, dado em €, e P à poupança anual resultante da aplicação da alternativa mais eficiente, estimada com base em simulações anuais, detalhadas ou simplificadas do funcionamento do edifício e seus sistemas energéticos, dada em €/ano.

Como custo inicial de cada solução considerou-se o custo unitário de cada equipamento de acordo com valores atuais de mercado. No termo da poupança anual consideraram-se os custos associados ao consumo de energia decorrentes da operação do equipamento, contemplando o custo associado à energia elétrica e a outras fontes, como é o caso do gásóleo.

Em ambas as expressões, (3.9) e (3.10), e de acordo com a referida legislação, assumiram-se custos de energia iguais aos do momento do investimento e constantes no tempo e não foram considerados custos financeiros nem efeitos da inflação [37], [38].

Para além destas expressões, foi ainda usada uma terceira para o caso particular do cálculo do PRS de medidas relacionadas com a otimização do sistema de iluminação. Aqui, e à semelhança da expressão (3.10), considerou-se o diferencial entre o custo da lâmpada nova e a existente, e no termo da

poupança anual, para além dos custos associados ao consumo, acrescentou-se um termo referente aos custos anuais associados à sua operação e manutenção (O&M).

$$PRS = \frac{Custo\ lâmpada_{nova} - Custo\ lâmpada_{existente}}{(Custo\ consumo_{existente} - Custo\ consumo_{nova}) + (Custo\ O\&M_{existente} - Custo\ O\&M_{nova})} \quad (3.11)$$

No termo do custo associado ao consumo, contabilizou-se apenas consumo de energia elétrica ativa uma vez que não foi possível averiguar a existência de balastros. Caso tal tivesse sido possível, este termo deveria ainda incluir o consumo referente a energia reativa para uma melhor comparação da redução associada à instalação de uma nova tecnologia. No termo referente ao custo de operação e manutenção considerou-se que o valor daí resultante seria dado pelo rácio entre o custo unitário da lâmpada e o seu tempo de vida que, no fundo, indica o valor que deve ser poupado anualmente para cobrir o custo de uma nova lâmpada no fim do seu período expectável de vida.

3.4.1.3. Instalação de um sistema solar fotovoltaico

O cálculo do PRS associado à instalação de um sistema fotovoltaico (FV) é dado pela expressão (3.9) embora seja necessário começar por efetuar um estudo da viabilidade técnica da sua implantação para a obtenção de um valor de investimento associado a esta medida. Este estudo foi efetuado tendo por base o Decreto-Lei n.º 153/2014, de 20 de outubro, onde foram reformulados e integrados os regimes de microprodução e miniprodução, estabelecendo-se também o regime jurídico aplicável à produção de eletricidade destinada ao consumo na instalação de utilização associada à respetiva unidade produtora, vulgo autoconsumo, sobre o qual incidiu o presente estudo.

Primeiramente definiu-se o local em estudo e suas coordenadas, a partir dos quais e recorrendo à base de dados da Comissão Europeia “Photovoltaic Geographical Information System” (PVGIS) se obteve a irradiância global média diária recebida por metro quadrado pelos módulos do sistema. De notar que o PVGIS assume um sistema fotovoltaico constituído por células de silício cristalino e com uma potência nominal de 1 kW, considerando também estimativas de perdas padrão associadas. Os resultados obtidos para cada uma das unidades em estudo apresentam-se nos Anexo I e Anexo II [39].

Depois, e de modo a avaliar as necessidades energéticas a suprir, considerou-se que o consumo médio diário correspondia ao consumo em período de ponta e cheia, coincidente com o período de maior radiação solar, entre as 8h e as 16h. No Inverno este período corresponde a 8h de período de cheia, e no Verão corresponde a 6h de período de cheia e a 2h de período de ponta, considerando uma distribuição constante do consumo pelos períodos horários.

Como o regime da produção em autoconsumo não teve a aceitação esperada aquando da sua publicação em 2011, a presente legislação pretende beneficiar esta modalidade. O produtor beneficia então caso a instalação seja dimensionada para as suas necessidades energéticas efetivas, não compensando a venda do excedente de energia elétrica. Atendendo à particular curva do consumo do sector em questão, o sistema foi dimensionado de modo a suprir apenas uma parte do consumo total das instalações, correspondente às necessidades de um mês em particular – aquele com menor consumo no período de ponta e cheia – sendo o restante proveniente da rede elétrica de serviço público (RESP) e não havendo lugar a excedente.

Efetuiu-se então um cálculo preliminar com base nestes dados e naqueles obtidos a partir do PVGIS por forma a determinar a potência de pico do sistema, P_{pico} , dada pelo quociente do valor de consumo

a suprir, E_{PV} , que toma o valor do consumo do mês com menor consumo no período de ponta e cheia, e o número de horas solar pico (PSH) para o mês em questão, este último dado por:

$$PSH = \frac{I_d}{10^3} \quad (3.12)$$

onde, I_d em Wh/m^2 , obtido a partir do PVGIS, é o quociente do somatório da irradiância média diária do mês considerado e o denominador é o valor de irradiância padrão de $1000 W/m^2$.

E então a potência de pico vem:

$$P_{pico} = \frac{E_{PV}}{PSH} \quad (3.13)$$

Após obtenção deste valor da potência de pico do sistema procedeu-se ao estudo detalhado do sistema dimensionado, com recurso ao *software* PVsyst. De salientar que o *software* recorre a uma base de dados diferente e mais antiga do que o PVGIS, pelo que os valores apresentarão algumas diferenças, ainda que pouco revelantes para o contexto do estudo.

Estudou-se uma solução com orientação Sul e inclinação de 35° , indicada pelo *software* como sendo ótima para a produção anual, e outra solução com orientação Poente e inclinação de 30° que pretendia diminuir o excedente da produção nos meses de inverno, quando o consumo nas instalações é significativamente menor. No entanto, aquando da análise preliminar, a solução deixou de ser considerada uma vez que o sistema foi dimensionado para que não houvesse excedente e a solução representava uma perda na produção anual de aproximadamente 18% para ambos os casos de estudo.

Procedeu-se então ao cálculo da produção energética mensal e anual do sistema para a solução orientada a Sul e inclinação de 35° , que foi posteriormente comparada com as necessidades energéticas mensais para os períodos considerados. Como o sistema foi dimensionado para um valor correspondente ao consumo do mês de menor consumo, efetuou-se o balanço energético entre a produção e consumo mensal e procedeu-se ao cálculo da despesa resultante da compra de energia necessária para suprir o restante. Considerou-se a tarifa de cheia para os valores de consumo dos meses de inverno, e uma média entre as tarifas de ponta e cheia para os meses de verão, uma vez não ser possível distinguir as horas de produção do sistema FV.

O PRS foi então calculado com base no valor de investimento resultante do dimensionamento e tendo em conta o custo atual de mercado dos componentes físicos do sistema e na poupança anual resultante da produção da energia, onde se efetuou um balanço entre o custo inicial da compra de energia proveniente da RESP e o custo associado à compra da energia que o sistema FV não consegue suprir.

Capítulo 4 – Caso de estudo: Adega Mayor

Este capítulo só se encontra disponível na versão confidencial desta dissertação.

Capítulo 5 – Caso de estudo: Granacer

Este capítulo só se encontra disponível na versão confidencial desta dissertação.

Capítulo 6 – Discussão e comparação

Este capítulo só se encontra disponível na versão confidencial desta dissertação.

Capítulo 7 – Conclusões e Desenvolvimentos Futuros

O estudo desenvolvido no contexto desta dissertação pretendia apresentar duas unidades vitivinícolas pertencentes ao Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo (PSVA) e assenta na colaboração estabelecida entre a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e a Comissão Vitivinícola Regional Alentejana (CVRA).

Para além da caracterização das duas unidades, o objetivo último deste estudo era o de promover, junto dos agentes económicos visados, a necessidade de adoção de um uso eficiente de recursos, nomeadamente, água e energia. Esta necessidade é cada vez mais premente atendendo às alterações climáticas e à importância que o sector tem para a economia e cultura Portuguesa.

O uso eficiente dos recursos é definitivamente importante e deve ser alvo de investimento, especialmente num sector em que a qualidade do produto é de extrema importância. Este uso eficiente poderá resultar de uma redução do consumo total de energia, mantendo-se o valor de produção, ou da manutenção do consumo total sendo que a eficiência resulta num aumento da produção. Em qualquer uma das situações, obtém-se um menor consumo de energia por unidade de produto produzida, um menor custo de produção – e, portanto, um maior lucro económico para o produtor –, menor impacto ambiental e uma mesma qualidade do produto final.

Apesar de o estudo se ter focado na caracterização dos sistemas e equipamentos característicos de cada adega, os processos adotados por cada produtor exercem grande influência em matéria de consumos. As medidas de melhoria apresentadas não compreendiam, portanto, alterações ao processo produtivo, mas sim a otimização ou instalação de sistemas, equipamentos e em última instância, comportamentos.

Foram também apresentados valores que permitem caracterizar cada uma das unidades em termos do seu consumo e custo de energia elétrica, consumo de água, e emissões de gases com efeito de estufa. Estes indicadores constituem uma ferramenta bastante importante no estabelecimento de metas e objetivos individuais para cada unidade e também para a região.

Os resultados obtidos para os dois casos em estudo nesta dissertação foram comparados com aqueles obtidos para quatro outras unidades também em estudo no âmbito do PSVA e resultantes da colaboração entre as duas instituições.

Esta comparação permitiu obter uma abordagem um pouco mais próxima de uma visão holística por se obter uma amostra maior, ainda que as seis unidades representem apenas cerca de 5% dos membros inscritos no PSVA e de 2% dos representados pela CVRA.

A partir da análise comparativa foi traçada uma curva dos valores obtidos em cada unidade para cada um dos indicadores específicos. Constatou-se haver, para cada indicador, um valor associado a um AE que se desviava da curva típica, traçada em função do seu volume de produção. Esta permitiu verificar uma relação de proporcionalidade com a produção, sendo que produções semelhantes têm consumos semelhantes, e maiores produções têm menores consumos, como seria de esperar, de acordo com a literatura e conforme referido ao longo desta dissertação.

Presume-se que a existência de AE cujos consumos saiam da curva de tendência não possa ser evitada, podendo, no entanto, ser trabalhada para que o consumo da unidade em estudo se adeque aos seus valores de produção e aos padrões e valores disponíveis para o sector.

Para que esta conclusão seja possível, sugere-se que o mesmo estudo seja levado a cabo nos restantes membros do PSVA e eventualmente até nos AE representados pela CVRA. Desta forma, a amostra

seria muito maior e representativa dos membros do plano ou da região, podendo caracterizar-se globalmente o consumo de energia e água e emissões associadas à produção vitivinícola no Alentejo.

Salienta-se ainda a importância da uniformização destes indicadores para que a sua caracterização e comparação possa ser feita da melhor maneira possível. Para além da existência de poucos valores representativos de unidades, regiões ou países em específico, a revisão bibliográfica permitiu concluir que existe também diferentes critérios e dados englobados em cada indicador. Alguns estudos apresentam dados de consumo energético específico relativos à unidade vitivinícola, agregando adega e vinha, outros apresentam apenas da adega, incluindo produção de diferentes tipos de vinho com diferentes processos energéticos associados, outros apresentam valores de consumo que incluem diferentes fontes, como combustíveis fósseis e energia elétrica, entre outros. Deste modo, torna-se evidente a necessidade de determinar sempre o mesmo tipo de indicador, que inclua os mesmos critérios e englobe os mesmos processos, para que seja possível estabelecer então uma base comparativa e que contribua para o estabelecimento de um *benchmarking* entre unidades do sector no Alentejo, em Portugal e no mundo.

Como desenvolvimentos futuros recomenda-se, portanto, um estudo mais aprofundado dos fluxos energéticos em unidades vitivinícolas para que se possam determinar estes indicadores energéticos e ambientais passíveis de comparação e se possam emitir recomendações no sentido de promover a eficiência do uso dos recursos. Sugere-se um levantamento de boas práticas em termos de consumos de energia e água e também de processos produtivos, para que da sinergia entre os processos e sistemas energéticos resulte uma ainda maior redução do impacto ambiental da atividade do sector. Por fim, a compilação e publicação das medidas já apresentadas em estudos levados a cabo em diferentes AE e aquelas cuja implementação foi bem-sucedida, deveria também ser um alvo de investimento e atenção. A literatura e o presente estudo permitem concluir que muitas das medidas têm aplicabilidade para vários AE pertencentes a uma dada faixa de produção, sendo por vezes até transversais ao sector.

Capítulo 8 – Referências Bibliográficas

- [1] Instituto da Vinha e do Vinho I.P., “O vinho,” 2009. [Online]. Available: <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/vinho>. [Accessed: 31-Aug-2016].
- [2] Instituto da Vinha e do Vinho I.P., “Dados estatísticos do sector vitivinícola,” *Estatísticas*, 2009. .
- [3] ViniPortugal, “O sector do vinho.” [Online]. Available: <http://www.viniportugal.pt/OSector>. [Accessed: 31-Aug-2016].
- [4] Instituto da Vinha e do Vinho I.P., “Vinhos e Aguardentes de Portugal 2015,” Lisboa, 2015.
- [5] Comissão Vitivinícola Regional Alentejana, “Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo,” *Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo*, 2015. [Online]. Available: <http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/pt/plano-de-sustentabilidade-dos-vinhos-do-alentejo>. [Accessed: 27-Aug-2016].
- [6] V. S. Correia, “Avaliação de instrumentos e práticas de gestão ambiental em organizações do setor vitivinícola,” Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Universidade Nova de Lisboa, 2015.
- [7] K. L. Crist and R. L. Burritt, “Critical environmental concerns in wine production: an integrative review,” *J. Clean. Prod.*, no. 53, pp. 232–242, 2013.
- [8] C. Santini, A. Cavicchi, and L. Casini, “Sustainability in the wine industry: key questions and research trends,” *Agric. Food Econ.*, vol. 1, no. 1, p. 9, 2013.
- [9] M. Smyth and J. Russell, “‘From graft to bottle’-Analysis of energy use in viticulture and wine production and the potential for solar renewable technologies,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 13, no. 8, pp. 1985–1993, 2009.
- [10] M. Smyth, J. Russel, and T. Milanowski, *Solar Energy in the Winemaking Industry*. London: Springer, 2011.
- [11] J. Fuentes-Pila and J. L. García, *Manual de Eficiência Energética em Adeegas*. Universidad Politécnica de Madrid, 2014.
- [12] J. Fuentes-Pila and J. L. García, “Manual de Eficiência energética em Adeegas,” Madrid, 2008.
- [13] Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, “Development of Sustainable Vitiviniculture,” no. July, pp. 1–2, 2004.
- [14] Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, “Guidelines for Sustainable Vitiviniculture: Production, Processing and Packaging of Products,” no. June 2008, pp. 1–12, 2008.
- [15] Federation Internationale des Vins et Spiritueux, “Global Wine Producers Enviromental Sustainability Principles,” pp. 1–4, 2010.
- [16] C. Corbo, L. Lamastra, and E. Capri, “From environmental to sustainability programs: A review of sustainability initiatives in the Italian wine sector,” *Sustain.*, vol. 6, no. 4, pp. 2133–2159, 2014.
- [17] B. Klohr, R. Fleuchaus, and L. Theuvsen, “Sustainability: Implementation programs and communication in the leading wine producing countries,” *Acad. Wine Bus.*, 2013.
- [18] Federation Internationale des Vins et Spiritueux, “Sustainability Mapping,” *Sustainability Mapping*, 2010. [Online]. Available: <https://fivs.org/wm/sustainabilityMapping.htm>. [Accessed: 25-May-2016].
- [19] R. Caparoso, “Lodi Rules contributes to the earth, industry and community,” *Lodi Rules*, 2012. [Online]. Available:

- <http://www.lodiwine.com/?method=blog.blogDrilldown&blogEntryID=549E2953-0AF0-5CAC-C2FD-C93CE5C6A363&originalMarketingURL=blog/lodi-rules-contributes-to-the-earth-industry-and-people>. [Accessed: 24-Aug-2016].
- [20] G. Zucca, D. E. Smith, and D. J. Mitry, “Sustainable viticulture and winery practices in California: What is it, and do customers care?,” *Int. J. Wine Res.*, vol. 1, pp. 189–194, 2009.
- [21] California Sustainable Winegrowing Alliance, “Sustainable Winegrowing Program,” *Sustainable Winegrowing Program*, 2016. [Online]. Available: http://www.sustainablewinegrowing.org/sustainable_winegrowing_program.php. [Accessed: 24-Aug-2016].
- [22] California Sustainable Winegrowing Alliance, *California Code of Sustainable Winegrowing Workbook*. 2012.
- [23] M. Puckette, “Beyond Organics: Sustainable Wine,” *Better Than Organic: Sustainability and Wine*, 2016. [Online]. Available: <http://winefolly.com/tutorial/beyond-organic-certified-sustainable-wine/>. [Accessed: 25-Aug-2016].
- [24] California Sustainable Winegrowing Alliance, “Certified Sustainable Winegrowing,” *Certified Sustainable Winegrowing*, 2016. [Online]. Available: <http://www.sustainablewinegrowing.org/certified-sustainable-winegrowing.php>. [Accessed: 24-Aug-2016].
- [25] M. A. Pratt, “Comparison of sustainability programs in the wine industry,” *Proc. Int. Conf. Innov. Trends Wine Manag.*, p. 7, 2012.
- [26] New Zealand Wine, “Sustainable Winegrowing New Zealand,” *Sustainable Winegrowing New Zealand*, 2015. [Online]. Available: <http://www.nzwine.com/sustainability/sustainable-winegrowing-new-zealand/>. [Accessed: 25-Aug-2016].
- [27] New Zealand Wine, “Towards 100% sustainability.” [Online]. Available: <http://www.nzwine.com/sustainability/towards-100-sustainability-1/>. [Accessed: 25-Aug-2016].
- [28] Australian Wine Research Institute, “Entwine Australia,” *ENTWINE AUSTRALIA*, 2016. [Online]. Available: http://www.awri.com.au/industry_support/entwine/. [Accessed: 25-Aug-2016].
- [29] Sustainable Wine South Africa, “About Us.” [Online]. Available: http://www.swsa.co.za/about_us.htm. [Accessed: 26-Aug-2016].
- [30] South African Wine and Spirit Board, “About us,” *Integrated Production of Wine South Africa*. [Online]. Available: http://www.ipw.co.za/about_us.php. [Accessed: 26-Aug-2016].
- [31] South African Wine and Spirit Board, “The Integrated Production of Wine scheme.” [Online]. Available: <http://www.ipw.co.za/>. [Accessed: 26-Aug-2016].
- [32] Comissão Vitivinícola Regional Alentejana, “Alentejo,” *Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo*, 2015. [Online]. Available: <http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/pt#alentejo>. [Accessed: 27-Aug-2016].
- [33] Comissão Vitivinícola Regional Alentejana, “Vinhos do Alentejo foram os mais comprados pelos portugueses em 2015,” *Notícias*, 2016. [Online]. Available: <http://www.vinhosdoalentejo.pt/noticias.php?idn=166>. [Accessed: 27-Aug-2016].
- [34] J. de J. Ferreira, “A importância e as fases de uma auditoria energética,” *Eficiência Energética*. [Online]. Available: <http://www.portal-energia.com/a-importancia-e-fases-de-uma-auditoria-energetica/>. [Accessed: 30-Aug-2016].
- [35] B. M. D. J. Cardoso, “Auditorias Energéticas na Indústria Agro-alimentar: Fileira dos Vinhos,” Universidade de Coimbra, 2014.

-
- [36] P. D. Silva, P. D. Gaspar, J. Nunes, and L. P. A. Andrade, "Specific electrical energy consumption and CO₂ emissions assessment of agrifood industries in the central region of Portugal," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 675–677, no. November 2015, pp. 1880–1886, 2014.
- [37] Direção-Geral de Energia e Geologia, "Despacho n.º 15793-L/2013," *Diário da República*, vol. 234, no. 88, p. 35088, 2013.
- [38] Ministério das Obras Públicas Transporte e Comunicações, "Decreto-Lei n.º 79/2006," *Diário da República, I série-A*, no. Nº 67, pp. 2416–2468, 2006.
- [39] Institute of Energy and Transport (IET), "PVGIS Interactive Map of Europe," *Photovoltaic Geographical Information System*, 2014. [Online]. Available: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>. [Accessed: 20-Aug-2016].
- [40] Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, "Ciclo semanal opcional para os consumidores em MAT, AT e MT em Portugal Continental," 2015. [Online]. Available: <http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/periodoshorarios/Paginas/default.aspx>. [Accessed: 29-Dec-2015].
- [41] Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, "Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental," 2015. [Online]. Available: <http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/periodoshorarios/Paginas/CicloSemanalTodosFornecPtCont.aspx>. [Accessed: 29-Dec-2015].
- [42] Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, "Despacho n. 7253/2010 de 26 de Abril de 2010," *Diário da República, 2a série*, vol. Parte E, no. 80, pp. 21945–21949, 2010.
- [43] Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, "Despacho n. 12605/2010 de 4 de Agosto de 2010," *Diário da República, 2a série*, vol. Parte E, no. 80, pp. 41656–41657, 2010.
- [44] Ministério da Economia e do Emprego, "Despacho n.º 15793-D/2013," *Diário da República, 2.ª série*, no. 234, p. 35088, 2013.
- [45] Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética, "Avisos Fundos Eficiência Energética," *Fundos Eficiência Energética*, 2016. [Online]. Available: <http://www.pnaee.pt/avisos-fee>. [Accessed: 15-May-2016].
- [46] Comissão de coordenação do desenvolvimento regional do Alentejo, "Sustentabilidade e Eficiência Energética," in *Programa Operacional Regional Alentejo 2014/2020*, 2015.
- [47] C. Galitsky, E. Worrell, A. Radspieler, P. Healy, and S. Zechiel, "BEST Winery Guidebook: Benchmarking and Energy and Water Savings Tool for the Wine Industry," Berkeley, California, 2005.
- [48] F. Relvas, "Promoção do uso eficiente de água e energia em unidades de produção vitivinícola: estudo de caso na região do Alentejo," Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2016.
- [49] A. M. Mendonça, "Promoção do uso eficiente de água e energia em unidades de produção vitivinícola: estudo de caso da Herdade dos Groups e Herdade da Míngorra," Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2016.
- [50] M. Engel, T. Hörnlein, F. Jacques, and A. Ohlsson, "Manual de Produção Mais Limpa para Adegas," 2015.
- [51] M. Smyth and A. Nesbitt, "Energy and English wine production: A review of energy use and benchmarking," *Energy Sustain. Dev.*, vol. 23, no. 1, pp. 85–91, 2014.

Anexo I

Dimensionamento do sistema fotovoltaico da Adega Mayor com recurso ao PVGIS.



Photovoltaic Geographical Information System

European Commission
Joint Research Centre
Ispra, Italy

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 39°3'0" North, 7°5'39" West, Elevation: 315 m a.s.l.,
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 1.0 kW (crystalline silicon)
Estimated losses due to temperature and low irradiance: 11.5% (using local ambient temperature)
Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.6%
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
Combined PV system losses: 25.9%

Fixed system: inclination=35 deg., orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	2.94	91.1	3.73	116
Feb	3.88	109	4.99	140
Mar	4.51	140	5.98	185
Apr	4.53	136	6.08	182
May	4.84	150	6.62	205
Jun	5.05	152	7.08	212
Jul	5.31	165	7.52	233
Aug	5.16	160	7.33	227
Sep	4.76	143	6.62	199
Oct	4.09	127	5.49	170
Nov	3.33	99.9	4.31	129
Dec	2.72	84.4	3.46	107
Year	4.26	130	5.77	176
Total for year		1560		2110

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

Anexo II

Dimensionamento do sistema fotovoltaico da Granacer com recurso ao PVGIS.



Photovoltaic Geographical Information System

European Commission
Joint Research Centre
Ispra, Italy

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 38°27'15" North, 7°32'5" West, Elevation: 230 m a.s.l.,
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 1.0 kW (crystalline silicon)
Estimated losses due to temperature and low irradiance: 11.7% (using local ambient temperature)
Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.6%
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
Combined PV system losses: 26.0%

Fixed system: inclination=35 deg., orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	3.10	96.0	3.95	122
Feb	4.01	112	5.20	145
Mar	4.64	144	6.19	192
Apr	4.63	139	6.25	187
May	4.79	149	6.58	204
Jun	5.07	152	7.09	213
Jul	5.32	165	7.51	233
Aug	5.17	160	7.35	228
Sep	4.78	143	6.65	199
Oct	4.19	130	5.66	175
Nov	3.49	105	4.54	136
Dec	2.91	90.1	3.71	115
Year	4.34	132	5.89	179
Total for year		1590		2150

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.